



**INTERREG III A** Projet n° 179 (ex n° 046)

## *RiskYdrogé*

“Risques hydrogéologiques en montagne : parades et surveillance »

### Activité 1. Ateliers

## Atelier 2 – La Mure

#### Partenaires et financeurs :



Région autonome Vallée d'Aoste  
Assessorat du territoire,  
de l'environnement et des ouvrages publics  
Regione autonoma Valle d'Aosta  
Assessorato del territorio,  
ambiente e opere pubbliche



CANTON DU VALAIS  
KANTON WALLIS



Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**  
Office fédéral des eaux et de la géologie **OFEG**  
Ufficio federale delle acque e della geologia **UFAEG**  
Uffizi federal per aua e geologia **UFAEG**  
Federal Office for Water and Geology **FOWG**

#### En collaboration avec :



Pôle Grenoblois  
Risques Naturels



Centre de recherche sur l'environnement alpin  
Zentrum für alpine Umweltforschung  
Centre of research on the alpine environment

## Atelier 2. La Mure (Isère, France) 13-15 octobre 2004

### Les risques liés aux glissements de terrain dans les secteurs Trièves-Beaumont

#### Préambule

Le second atelier organisé dans le cadre du projet Interreg 3A RiskYdrogeo s'est tenu à La Mure, 40 km au sud de Grenoble (Isère, France), du 13 au 15 octobre 2004. Il a rassemblé un total de 47 participants.

Les 15 documents afférents aux présentations en salles et aux visites de terrain, sont listés ci-dessous ; pour les documents comportant plusieurs auteurs, seul l'auteur ayant réalisé la présentation est indiqué ici (liste complète sur les documents en annexe) ; les présentations spécifiques des sites visités sont indiquées en gras.

Présentation 1. *Les glissements de terrain du Trièves ; typologie – géomorphologie*, L. Lorier, SAGE Ingénierie. (A2P1)

Présentation 2. *Apports du géoradar pour la caractérisation des fractures sur sites instables : exemples et perspectives*, S. Garambois, LIRIGM. (A2P2)

**Présentation 3.** *Le glissement de la Salle en Beaumont*, C. Chapeau (CETE Lyon). (A2P3)

**Présentation 4.** *Suites opérationnelles à la catastrophe de La Salle-en-Beaumont*, C. Moulin, RTM Isère. (A2P4)

**Présentation 5.** *Route Nationale 85, glissement de La Salle-en-Beaumont, 8janvier 1994*, DDE38. (A2P5)

**Présentation 6.** *Commune de Cognet ; glissement au village*, N. Ducastel (Alpes Geo Conseil). (A2P6)

Présentation 7. *Pathologie et maintenance des travaux de drainage*, C. Chapeau, CETE Lyon. (A2P7)

Présentation 8. *La prise en compte des glissements de terrain dans la maintenance des infrastructures routières*, F. Gaillard, DDE38. (A2P8)

Présentation 9. *Le drainage, arme universelle pour stabiliser les glissements de terrain : l'exemple du Trièves*, Y.H. Faure, LIRIGM. (A2P9)

**Présentation 10.** *Glissement de l'Harmalière sur la commune de Sinard*, L. Lorier, SAGE Ingénierie. (A2P10)

**Présentation 11.** *Glissement du Mas d'Avignonet, commune d'Avignonet*, L. Lorier, SAGE Ingénierie. (A2P11)

**Présentation 12.** *Glissement du Mas sur la commune d'Avignonet, Etat de la gestion du risque en octobre 2004*, J.P. Réquillart, RTM38. (A2P12)

Présentation 13. *Evolution des méthodes de suivi géodésique pour la connaissance des zones naturelles instables*, I. Prévitali, Sintégra. (A2P13)

Présentation 14. *Construction dans les zones en glissement*, P.Martin, Betrec. (A2P14)

Présentation 15. *Urbanisme et construction dans les zones en glissement, gestion des constructions très exposées*, JP. Réquillart, RTM38. (A2P15)

Synthèse pilotée par PGRN

Abréviations utilisées :

CG = Conseil général

DDE = Direction Départementale de l'Équipement.

CETE = Centre d'Étude Technique de l'Équipement de Lyon

RTM = service de Restauration des Terrains en Montagne

LIRIGM = Laboratoire de géologie et mécanique, Université Joseph Fourier, Grenoble.

## 1. Introduction

Le thème central de cet atelier a porté sur les glissements de terrain situés dans la région du Trièves et du Beaumont, au sud de Grenoble. Toutes les présentations, hormis **A2P2**, et toutes les visites de terrain se rapportent à cette thématique.

La région du Trièves – Beaumont est une vaste dépression de quelques 300 km<sup>2</sup>, drainée par le Drac et ses affluents. Le substratum rocheux est composé de calcaires et marnes du Trias. Les principaux terrains affleurants sont des matériaux glacio-lacustres limono-argileux, déposés au quaternaire dans un lac de barrage formé par le glacier de l'Isère (Würm) bloqué au passage de la Cluse de l'Isère (au niveau de Grenoble). Parfois épais de 150 m, ils sont caractérisés par un fin litage alternativement silteux et argileux, les argiles étant composées essentiellement d'illite, de chlorite et de montmorillonite. Ces terrains sont connus dans cette région sous le nom d'argiles litées et présentent deux grandes spécificités malgré des variations locales (**A2P1**, p.2):

- une forte anisotropie de perméabilité, liée au litage :  $10^{-10}$  m/s perpendiculairement au litage contre  $10^{-9}$  à  $10^{-8}$  m/s parallèlement à celui-ci ;
- un indice de plasticité relativement faible (10-25%) et une limite de liquidité rapidement atteinte lors de fluctuations de la teneur en eau.

Ces argiles litées sont donc particulièrement favorables aux glissements de terrain. Les versants naturels présentent des signes d'instabilité dès que la pente dépasse 8-10° et 15% de la superficie totale de la région connaît des mouvements plus ou moins actifs, qui peuvent être classés en trois grandes familles :

- écoulements visqueux superficiels, dont les vitesses peuvent être importantes ;
- glissements plans sub-horizontaux, peu profonds (5-8 m) ;
- glissements par cisaillement profond (> 10 m).

Les exemples traités dans cet atelier appartiennent plutôt aux deux dernières catégories, avec parfois des manifestations ponctuelles de la première.

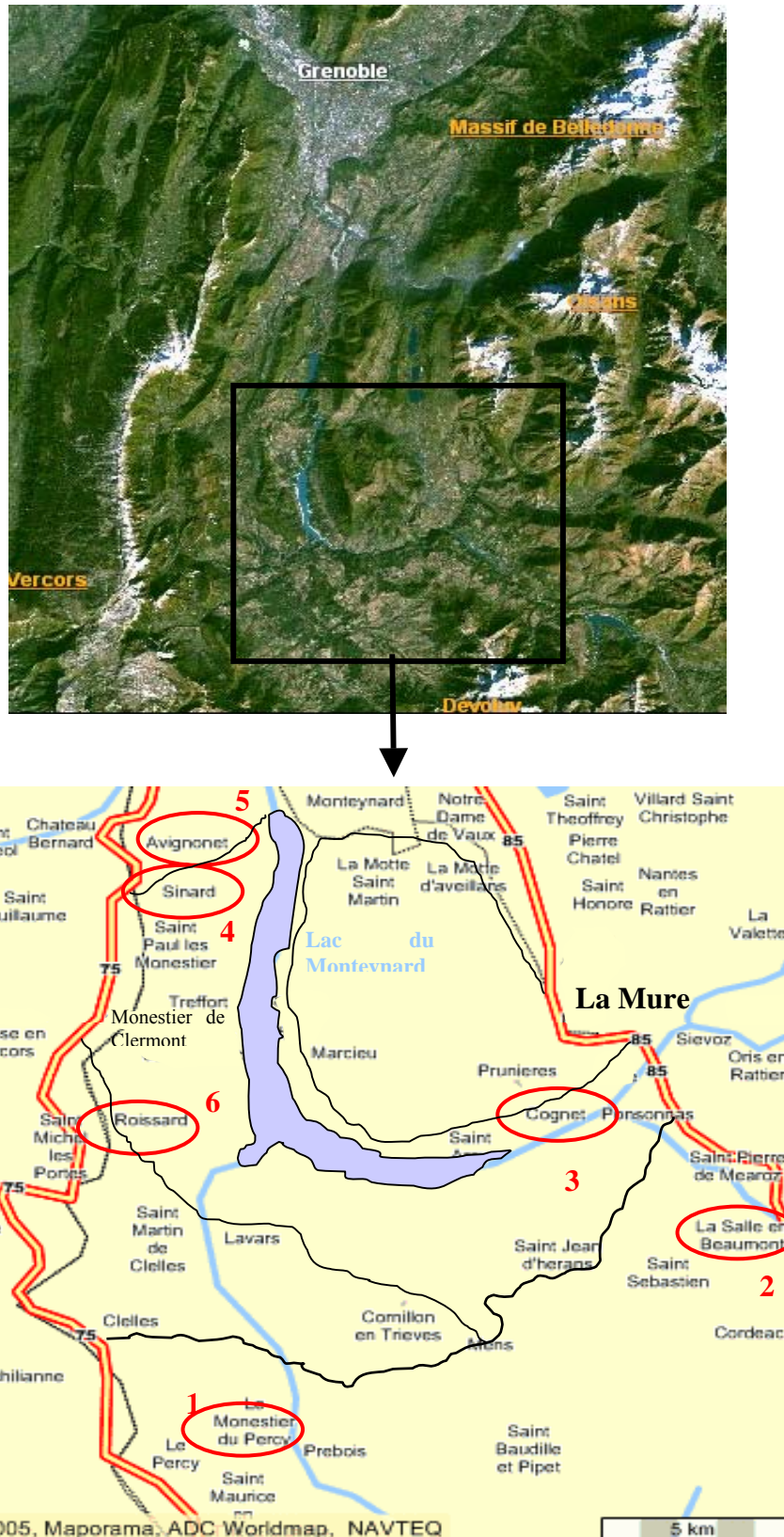


Figure 5.2.1. Localisation de l'atelier et des sites visités

## 2. Caractérisation du risque

### 2.1. Caractérisation de l'aléa

On s'intéresse ici uniquement à la caractérisation a posteriori de l'aléa, c'est à dire une fois que le mouvement est déclaré, ce qui est le cas de tous les sites présentés lors de cet atelier. Les études prospectives, nécessaires notamment à l'élaboration des cartes d'aléa (voir §4, **Mesures liées au zonage**) se basent sur des reconnaissances identiques à celles présentées ci-dessous ainsi que sur les comparaisons (géologiques, géotechniques, géomorphologiques) des terrains étudiés avec des terrains similaires.

#### Les reconnaissances

Sur tous les sites présentés, tout ou partie des méthodes classiques de reconnaissance ont été mises en œuvre ( **Récapitulatif p.12**). Pour conforter l'étude hydrogéologique sur le glissement d'Harmalière, un traçage a été réalisé (**A2P10** p.4).

Mécanisme. Les différents types de glissements de terrain (lent ou rapide, superficiel ou profond) peuvent être associés sur un même site, comme au Mas d'Avignonet, avec zones de mouvements très actifs sur 10-12m (15-20 cm /an dans la zone aval) et un glissement d'ensemble profond et lent de la combe (surface de glissement à 43 m, vitesse 2 cm / an) (**A2P11**).

Modélisation. Les résultats des reconnaissances permettent d'obtenir les paramètres nécessaires à l'élaboration d'une modélisation par une des méthodes « classiques » : position de la surface de glissement, profil du terrain avec caractéristiques mécaniques des différents horizons ( $c'$ ,  $\phi'$ ) sont requis pour appliquer la méthode des tranches, la méthode des perturbations. L'intérêt n'est pas tant de calculer un facteur de sécurité, puisque le mouvement est déjà déclaré, que de vérifier l'influence de certains paramètres sur l'initialisation et l'évolution du mouvement (perte de butée en pied, suppressions hydrauliques, rabattement de la nappe suite à des travaux de drainage...**A2P6**, p.4) et de dimensionner les ouvrages de stabilisation (masque drainant et ouvrage hydraulique de La Salle en Beaumont, **A2P3**, fig.5).

### 2.2. Enjeux

Sur l'ensemble des sites présentés, les enjeux sont pour l'essentiel le bâti existant et le gel possible des constructions nouvelles, à savoir le classement des terrains concernés en zone inconstructible (**4.3 Mesures liées au zonage**). Les glissements lents provoquent des désordres progressifs au bâti existant, allant de la simple fissure à la ruine de l'ouvrage, qui peut nécessiter l'expulsion des habitants : 4 maisons frappées d'interdiction immédiate d'habitation au Mas d'Avignonet et 30 demandes d'expropriation en cours (**A2P12**, p.3), Cagnet (**A2P6**, p.2). Le bâti ancien avec murs en pierres, pas de fondations, peu ou pas de chaînage, a l'avantage d'évoluer de façon souple et de pouvoir rester longtemps habitable, alors que le bâti récent en structure béton, raide, sur un socle souvent mal rigidifié, supporte très mal les tassements différentiels induits par les glissements (**A2P6** p.6, **A2P12** annexe 4). Les glissements rapides, comme celui de La Salle-en-Beaumont, peuvent détruire des bâtiments sans signe avant-coureur (6 habitations + l'église, avec 4 victimes **A2P3**).

Le réseau routier supporte lui aussi les conséquences des mouvements de terrain : des budgets importants sont alloués par l'Etat et le Département aux travaux liés aux glissements sur les itinéraires (**A2P8**). Ces travaux peuvent aller de la réfection de chaussée suite à des désordres mineurs (fissuration, affaissements, **A2P6**, Cagnet) jusqu'à la modification du tracé suite à un

événement majeur (La Salle-en-Beaumont, [A2P5](#)). Par ailleurs la réalisation d'une route peut elle-même engendrer de nouveaux mouvements, avec rupture de stabilité du talus amont ou aval.

Pour l'instant, l'essentiel des glissements de terrain du secteur Trièves – Beaumont affecte des zones rurales, à faible enjeu économique. Toutefois avec la nouvelle desserte par autoroute (A51) la pression foncière s'accroît considérablement, laissant prévoir une forte augmentation des enjeux dans les années à venir ([A2P15](#) p.1 et 5).

### 3. Suivi / Surveillance

Tous les cas présentés lors de l'atelier ont été ou sont encore instrumentés pour suivre l'évolution des mouvements. Ce suivi dans le temps sert à mieux caractériser l'aléa (vitesse de mouvement et définition de zones à vitesse plus ou moins rapide, réactions par rapport aux arrivées d'eau...). Il permet dans certains cas d'établir des modèles de comportement ou d'optimiser les mesures de traitement. Par contre, aucun des sites ne fait l'objet à proprement parler d'une surveillance, accompagnée de critères d'alerte.

#### 3.1. Instrumentation

- Inclinomètres, piézomètres, pluviomètres : l'intérêt d'une reconnaissance géotechnique par ce type d'instrument est de préciser la nature et la position de la surface de glissement, afin de déterminer l'implantation des points d'enregistrement pour qu'ils soient significatifs ([A2P1](#), p.7) ; les mesures peuvent être automatisées et gérées par une centrale d'acquisition, sous réserves des pannes possibles (pannes à Monestier-du-Percy, [A2P1](#), p.6, dispositif prévu mais non mis en œuvre à La Salle-en-Beaumont, [A2P3](#) p.6, fonctionnement du dispositif du Mas d'Avignonet trop souvent interrompu par divers problèmes techniques, et abandonné depuis 10 ans, [A2P12](#) p.2). Ces méthodes, discontinues dans l'espace et le temps, ne présentent qu'un intérêt partiel en terme de suivi du mouvement ;
- Géodésie : le document [A2P13](#) propose une grille de critères pour le choix de la méthode géodésique appropriée au suivi d'un site donné (p.19) ; on peut retenir les grandes lignes suivantes :
  - o La géodésie terrestre classique : les méthodes planimétriques / altimétriques sont toujours utilisées pour leur facilité de mise en œuvre et leurs bonnes performances à courte distance (théodolites + distancemètres) mais restent limitées par la nécessité de visibilité entre station de mesure et points suivis. Les mesures peuvent désormais être automatisées et gérées par logiciels.
  - o La géodésie spatiale : le système de radio-positionnement GPS permet de suivre des réseaux de points de toute dimension, 24h/24 et par tous les temps (visibilité non nécessaire entre les points, p.13) La méthode est satisfaisante pour des sites en glissement lent (Cognet, [A2P6](#) p.8, 15 points suivis 2 fois / an ; Avignonet, 33 repères, [A2P13](#) p.24). Le service RTM de l'Isère fait suivre périodiquement dans le Trièves des piliers de référence réputés stables à partir desquels sont effectuées des mesures de géodésie terrestre sur différentes zones en glissement ([A2P13](#) p.25) ; L'altimétrie radar et la télémétrie laser, de plus en plus utilisées, n'ont pas d'application dans le Trièves.
- Radar géologique (GPR Ground Penetrating Radar, études en cours de développement) : le document [A2P2](#) présente des exemples d'application du GPR sur des falaises rocheuses pour caractériser la fracturation ; les profils verticaux et horizontaux renseignent sur la position et l'orientation des fractures, leur continuité, ouverture et remplissage, de façon concordante avec les observations de terrain ; par contre la tomographie est peu adaptée à ce type d'étude.

### 3.2. Modèles de comportement

Monestier-du-Percy (**A2P1**) : les suivis piézométrique et inclinométrique permettent dans ce cas d'établir une relation entre la vitesse de déplacement  $V$  et le niveau piézométrique  $N$ . Avant drainage, le comportement du glissement est de type viscoplastique de Bingham avec seuil  $V=K(N-N_0)$  ; il passe après drainage à un comportement de type fluage lent, quasi-indépendant de  $N$ .

Pour obtenir ce genre de modèle mécanique, les enregistrements de déplacements doivent se faire à la fois en surface et en profondeur. Le modèle hydraulique, pour cerner les influences météorologiques et les alimentations en eau, doit être basé sur des mesures comportant au moins un étiage et un niveau de hautes eaux.

Mas d'Avignonet (**A2P11**, **A2P12**) : le suivi a permis de mettre en évidence 4 zones de comportement différent. Alors que les mouvements actifs superficiels (3-4 cm / an à environ 15 cm / an) sont fortement dépendants de la pluviométrie et du niveau piézométrique, les mouvements profonds (43m), plus lents (2 cm / an), en sont peu dépendants et restent réguliers (**A2P11** p.3). Compte tenu de ces influences partielles des précipitations, aucune extrapolation des courbes de déplacements n'a été jugée possible pour faire une prévision de délai de rupture (**A2P12**, p.2).

Des questions non résolues se posent sur la bonne utilisation des suivis de mouvements (**A2P15** p.2) :

- quelle durée minimale de suivi avant de prendre des décisions de zonage ? un an ?
- comment estimer l'évolution du mouvement en l'absence de modèle de comportement simple ? ex. estimation d'un ralentissement de la vitesse de régression du front de glissement à l'Harmalière par rapport à la vitesse actuelle (**A2P10** p.4-5).

## 4. Gestion du risque

### 4.1. Gestion de crise

Pour ce qui concerne les glissements de terrain, on ne parle véritablement de gestion de crise que dans les cas de glissements rapides au déclenchement brutal. Cette notion est sans objet pour les glissements lents, pour lesquels les décisions de gestion sont prises en fonction des résultats du suivi, au fur et à mesure de l'évolution du mouvement et en particulier en cas d'accélération notable (ex. réunion en Préfecture fin 2003 pour le site du Mas d'Avignonet suite aux aggravations importantes des dégâts sur le bâti).

Exemple de La Salle-en-Beaumont (**A2P4**) : quelques heures après la catastrophe, plusieurs organismes sont conjointement sur le site, d'une part pour les opérations de secours (recherche des victimes, déblayement), d'autre part pour les travaux de première urgence (maîtrise des circulations d'eau, vidange du lac, rétablissement des réseaux) et les premières études (déviation provisoire de la RN, stabilisation du glissement, étude des risques résiduels) ainsi que l'établissement d'un plan d'évacuation en cas de réactivation du glissement (**A2P3** p.1). Une fois passée l'urgence, les plus importants travaux réalisés sont, outre la stabilisation du glissement :

- le rétablissement de la RN85 (**A2P5**) : route coupée 20 jours (signalisation sur les axes de desserte), rétablissement provisoire via l'aménagement d'une voie communale, déviation définitive après d'importants travaux préparatoires avec redéfinition des profils en long, en travers et en plan ;
- le rétablissement du ruisseau, éloigné du pied du glissement, par un ouvrage hydraulique souterrain associé à du drainage ;
- la reconstruction de l'église, du cimetière et du monument aux morts.

Le service RTM souligne sur ce site la bonne coordination à tous les niveaux entre les différents services (administration locale, secours, services techniques, entreprises, le tout sous l'autorité du Préfet). Par contre, la complexité des montages financiers pour la réalisation des différentes phases de travaux est montrée du doigt : la lourdeur des procédures pour les attributions de financement Etat / Région / Département / Assurances n'est pas toujours compatible avec l'urgence des travaux nécessaires, elle mobilise un temps anormal des responsables et oblige parfois à s'affranchir de la stricte régularité administrative ([A2P15](#) p.5).

#### 4.2. Mesures de traitement

Les seules mesures actives utilisées pour le traitement des glissements de terrain dans la région sont les différents types de drainage classiques, parfois associés à des mesures de correction torrentielle. Seuls des désordres mineurs le long du réseau routier sont traités ponctuellement par des ouvrages de soutènement ([A2P8](#) p.3). Ce paragraphe ne cherche pas à être exhaustif mais reprend les points les plus marquants des diverses présentations.

##### 4.2.1. Les types de drainage

Les guides techniques du LCPC proposent des fiches signalétiques pour chaque type de drainage, reprises dans le document [A2P7](#) (y compris bibliographie).

##### Drainage superficiel

Fossés à ciel ouvert

Masques, éperons drainants

Tranchées drainantes: dans l'ensemble leur réalisation aide à stabiliser les mouvements de terrain ([A2P1](#) p.6), mais on peut apporter quelques nuances ([A2P9](#))

- L'efficacité des tranchées en terme de rabattement de la nappe semble diminuer avec la perméabilité du sol (p.5) ;
- Dans les terrains typiques du Trièves, les fameuses argiles litées, l'influence d'un géotextile dans la tranchée n'est pas clairement démontrée : aucun colmatage n'a été observé en 6 ans, mais la bonne cohésion du sol suffit à éviter une trop forte érosion, même sans utilisation d'un géotextile (p.14);
- L'utilisation d'une âme drainante rigide dans la tranchée à la place des graviers classiques diminue par contre l'efficacité de la tranchée (contact drain-sol moins bon, p.12).

##### Drainage profond

Drains subhorizontaux, puits : il est primordial de les implanter de façon à ce qu'ils ne recoupent pas la surface de glissement, afin d'éviter leur cisaillement.

Ces ouvrages sont souvent associés à des travaux sur le cours d'eau si celui-ci est proche de la zone sensible : correction torrentielle par seuils à Monestier-du-Percy ([A2P1](#), p.5) et La Salle en Beaumont ([A2P4](#) Annexe 3), imperméabilisation du fond du lit du Ruisseau à Cognet ([A2P6](#), p.8), ouvrage hydraulique complexe avec déviation de l'ancien cours pour rétablir en souterrain le ruisseau de la Salle en Beaumont ([A2P4](#) Annexe 2).

##### 4.2.2. Maintenance ([A2P7](#))

L'importance de la maintenance des ouvrages de drainage est soulignée dans les guides techniques du LCPC, qui recommandent en particulier :

- de surveiller systématiquement l'efficacité des drains en terme de rabattement de nappe par un suivi piézométrique ;
- de porter une attention particulière aux collecteurs en tête de talus : curage des drains de surface, vérification de possibles fissures ou déboîtements des éléments de structure ; des

systèmes défectueux non seulement n'assurent plus leur rôle mais risquent de concentrer les infiltrations d'eau (ex. Harmalière, **A2P10**, p.5). De même pour les drains profonds qui traversent la surface de rupture, un cisaillement du drain entraîne l'eau vers cette surface.

L'entretien doit concerner également les réseaux humides existants (eau potable, eaux usées, eaux de pluie) pour éviter toute fuite qui augmenterait les infiltrations dans les terrains sensibles.

Le problème de la concentration des écoulements en cas de rupture de collecteur a amené le service RTM à proposer sur le site de l'Harmalière une stratégie nouvelle de dissipation des effets néfastes de l'eau via plusieurs points de rejets, même s'ils s'avèrent plus hasardeux (**A2P10**, p.5).

#### 4.3. Mesures liées au zonage

Zonage (voir aussi **Conclusions, Cadre législatif**)

La prise en compte du risque de glissement de terrain dans l'aménagement repose sur :

- le cadre législatif français (loi Barnier), avec une mise en œuvre locale : les cartes d'aléa (**A2P15** annexe 2) et les Plans de Prévention des Risques (**A2P15** annexe 3), dont la transcription réglementaire est le plus souvent extrêmement délicate (**A2P15** p.2) ;
- un guide méthodologique national, avec mise au point au niveau départemental d'une grille de définition des aléas et un règlement type (**A2P15** annexe 2);
- l'expérience des agents de terrain ;
- des contrôles sur site, souvent insuffisants en ce qui concerne l'application des règles d'urbanismes, les dispositions constructives étant mises en œuvre sous la responsabilité directe des constructeurs (maître d'ouvrage, architecte, maître d'œuvre).

En fonction des aléas recensés, au moment de l'étude et en fonction des connaissances sur les mouvements actuels et leur évolution possible, les terrains sont classés en zone rouge, violette, bleue, ou blanche. En terme d'aménagement, ce zonage se traduit par des zones inconstructibles, inconstructibles en l'état, constructibles avec prescription, constructibles sous conditions ou constructibles.

Les gestionnaires valaisans sont surpris de constater que, face à ces risques de mouvement de terrain, les services RTM proposent de mettre en zone rouge (inconstructible) une grande partie des territoires des communes concernées. Dans le Canton du Valais, l'importance et l'omniprésence des risques constatés et, parallèlement, la nécessité de permettre aux habitants de s'installer, conduit à « vivre avec le risque ». Dans les conditions particulières du Trièves, la politique des responsables valaisans serait de donner des autorisations de construire sur certains terrains à déformation lente, considérés sans risque de départ brutal, en imposant des dispositions constructives particulières (rigidité des fondations, constructions en bois....).

Le problème majeur en France, face à cette approche, tient à deux éléments spécifiques :

- Le PPR doit à l'amont tout prévoir en matière de risques naturels et ne peut renvoyer à des études permettant aux pouvoirs publics de prescrire des dispositions constructives ;
- La réglementation des permis de construire ne concerne que les règles d'urbanisme et non les dispositions constructives (laissées sous la responsabilité des constructeurs, alors qu'elles sont préconisées par l'Etat, via les PPR).

Les experts sont donc particulièrement prudents dans la définition des aléas et leur traduction réglementaire, en particuliers en l'absence d'études préalables suffisantes, d'autant qu'un PPR approuvé est très lourd à modifier (**A2P15** p.2). C'est en partie l'application du « principe de précaution » mentionné en préambule des PPR (**A2P15** annexe 2 p.2).

Le maire de la commune sinistrée de La Salle en Beaumont souligne le caractère très contraignant des PPR, qui requièrent, une fois mis en place, des moyens supplémentaires et une certaine « imagination » pour pouvoir construire.

Dispositions constructives pour les zones prévues « constructibles sous conditions de conception » (zone bleue) :

Dans le domaine de la construction en zone de glissement, à la différence du domaine sismique, il n'existe pas en France de règlement ou contrôles spécifiques. Le règlement du PPR recommande ou prescrit des études géotechniques et de structure ; il appartient ensuite au maître d'ouvrage, sous sa propre responsabilité, de faire appel à un bureau d'étude qui a de l'expérience dans le domaine, pour assurer une certaine fiabilité ; la qualification des bureaux d'étude géotechnique est reconnue pour leur compétence en matière d'interaction sol-structure.

Le bureau Betrec propose par exemple des schémas type de construction, considérés valables pour des zones en glissement homogène de vitesse inférieure à 1 cm / an , sur la base de l'expérience de 2 générations d'ingénieurs (A2P14). Les dispositions principales touchent :

- les fondations, rigides et peu encastrées dans le terrain pour les glissements profonds (> 5m), sur puits et pieux armés pour des constructions lourdes en zone de glissement superficiel ;
- la structure, toujours rigide, lourde sur pieux (contrairement au canton du Valais qui préconise des constructions en bois, légères, sur fondation rigide) ;
- les raccordements de réseaux, souples, situés à l'aval et munis de regards ;
- les aménagements extérieurs, limités au maximum en terme de déblai/remblai et de surfaces imperméabilisées.

Certains points réglementaires suscitent encore quelques interrogations, notamment en ce qui concerne :

- la garantie trentennale apportée par les bureaux d'étude et architectes sur les structures, qu'il conviendrait de réaménager dans les cas (fréquents) où l'évolution de la zone en glissement n'est pas prévisible dans ce délai ;
- les autorisations de réhabilitation de bâti existant dans les zones où les constructions neuves sont interdites par le PPR, opération qui peut s'avérer plus chère et moins sûre.

Gestion des constructions très exposées (A2P15, p.3)

Rappelons qu'en France le maire est directement responsable de la sécurité sur sa commune. Les travaux de prévention/protection liés aux risques de glissement de terrain sont à la charge de la collectivité et ne peuvent être imputés à des particuliers, même pour des ouvrages d'intérêt général. Dans le cas où ces travaux deviendraient plus chers que les indemnités à verser aux propriétaires, des procédures d'expropriation peuvent être engagées par l'Etat, si la sécurité des personnes est directement menacée et qu'aucun système de surveillance et d'alerte fiable ne peut être mis en place. C'est le cas par exemple au lotissement du Mas d'Avignonet, les importants travaux de stabilisation (drainage) effectués n'ayant pas abouti à des résultats satisfaisants, la commune n'ayant pas par ailleurs les moyens financiers de tenter de nouvelles tentatives, indépendamment de la responsabilité engagée du maire en cas d'accident ... et d'une mauvaise adaptation initiale des constructions au site, difficilement rattrapable ! (30 demandes d'expropriation en cours d'instruction, A2P12 p.3-4). Ces procédures sont particulièrement lourdes et longues à instruire ; les bâtiments les plus menacés peuvent en attendant être évacués via un arrêté municipal (A2P15 annexe 5).

Remarque finale :

Les divers mouvements de terrain observés dans cette région posent des problèmes difficiles. En fonction des besoins, diverses études et mesures ont été réalisées (assez souvent en « essayant les plâtres ») puis un certain nombre de travaux, notamment de drainage ont été faits et ont donné des résultats assez variables, d'autant que leur entretien ultérieur n'a pas toujours été optimum. Les

enjeux, relativement peu importants jusqu'à aujourd'hui, n'ont pas permis une mobilisation importante sur ces problèmes. Ne serait-il pas utile, au moment où les enjeux s'accroissent en raison des demandes d'urbanisation, de travailler à l'élaboration d'une méthodologie d'ensemble (études + travaux), afin de répondre de manière plus cohérente et efficace aux problèmes posés ? Pour cela il serait sans doute nécessaire de mettre en place un programme de travail associant les compétences des services gestionnaires (RTM), de bureaux d'études et de diverses équipes universitaires.

## Atelier 2. Récapitulatif des sites de glissement de terrain présentés et de leurs principales caractéristiques

Site : les sites visités lors de l'atelier sont indiqués en gras ; P1, P2... renvoie aux documents correspondants disponibles en annexe ; ①, ②... renvoie à la localisation sur la Figure 5.2 1.

Abréviations utilisées :

RD : route départementale

CD : chemin départemental

glt. : glissement

superf. : superficiel

élec. : électrique (prospection)

mvt. : mouvement

V : vitesse de déplacement

topo. : mesures topographiques

labo. : essais de laboratoire

Site	Evènement	Dégâts	Reconnais- sances	Mesures de traitement	Suivi / Surveillance	Résultats	Mesures liées au zonage
Monesti er-du- Percy  P1  ①	09/04/1978, glt L=300-350m, S=10ha, H=20m, pente 10-12°, Facteurs =fortes précip (200mm/mois)	1978 rien, 1988 : régression de 10m => affaissement RD et qq maisons menacées.	1978 : étude géotech. 1988 et 1992 : prospection sismique, élec. + sondages + labo. => h=16-25m	1978 : assainissement superf. à l'amont (marécages) 1988-90 : tranchées drainantes à 2m, exutoires busés, fossés dans corps de glt., correction torrentielle du ruisseau en pied de glt.	1988-92 : 3 piezo, 1 inclinomètre, 1 pluviomètre avec centrale d'acquisition ; nombreuses pannes. 1995-2004 : topo. sur 12 plots, mesures inclinomètre manuelles	Avant drainage Loi V = f (niveau piezo) (Bingham) ; après N et V ↓, loi de fluage ; Critère de danger = modif. loi. Vmax=3,5-6cm/an	
<b>La Salle en Beaumo nt P3, P4, P5  ②</b>	08/01/1994, glt brutal S=7ha, H=10m, pente 25° 1/3 sup – 13- 15° 2/3 inf. Précipitations exceptionnelles (millénales) les 5-7/01.	4 morts, 6 habitations et l'église détruites, RN coupée, voirie communale endommagée, ruisseau barré => lac, 4 maisons inondées.	Levé photogrammétrique Prospection sismique et élec., essais in situ et en labo. (pressio., inclino, piézo)	Traitement d'urgence : fossés dans le glt (700m) et en amont, collecte des eaux de ruissellement en amont, pompage du lac (3m). Stabilisation : masque drainant avec substitutions des terrains argileux en pied de glt par matériaux frottant/drainant + colonnes ballastées, ouvrage hydraulique (oh) pour rétablissement du ruisseau et abaissement niveau nappe, remodelage de la surface glissée + tranchées drainantes et fossés avec évacuation vers l'oh	Suivi visuel de jalons pendant les opérations de secours et les travaux d'urgence ; Suivi piézo. Inclino. pendant les travaux, préconisé au-delà.	Rétablissement du ruisseau, rétablissement, provisoire puis définitif de la route nationale	Plan d'évacuation prévu en cas de réactivation du glt.  PPR en 2001, une partie de la commune classée inconstructible.

Site	Evènement	Dégâts	Reconnais- sances	Mesures de traitement	Suivi / Surveillance	Résultats	Mesures liées au zonage
<b>Village de Cognet P6 ③</b>	Glt .anciens lents et profonds (40m), avec localement mvts plus rapides en surf. (5m) ; accélération en 2001 +phénomènes d'effondrement par suffosion et tassement.	Désordres importants au bâti (fissures, faux aplomb, ruine)	Elec. , électromagnétique, 10 sondages. Modélisation réalisée par méthode des perturbations, définition de la surf. De glt. Par les sondages. Sondage profond (50m) en projet.	2001 : tranchée drainante à 1m, imperméabilisation du fond du lit d'un ruisseau ; 2003-2004 : drains à 3-5m, collecteur étanche vers les tronçons + stables des ruisseaux ; travaux encore en cours	Aucun jusqu'à présent, seulement observations des habitants (accélération depuis 1994 ?). 15 plots de suivi topo via GPS prévus nov. 2004, mesures 2x/an.	Objectif des travaux = rabattement de nappe de 5m (conformément à la modélisation)	Carte des aléas sur la commune (2002), avec définition de recommandations et prescriptions pour le bâti, dont 2 zones inconstructibles.
<b>Harmalière, commune de Sinard P10 ④</b>	Combe en glissement actif depuis avant 1900, cote 600-650. 7/03/1981 : glissement cote 710 emportant 85ha (250 000 m3), transformée en coulée boueuse, pénètre dans lac Monteynard. Régression par phase brutales encore actuelle > cote 730. Hmax=60m	Surtout bois et friches emportées jusqu'en 1981. Depuis 1983, chemin endommagé puis emporté, buses d'évacuation d'eau détériorées, un chalet évacué, un mur de maison fissuré. Globalement peu d'enjeux importants.	Traçage des eaux + étude des écoulements : met en évidence des écoulements très profonds, difficiles à capter + interférence possible avec les mouvements superficiels de la combe voisine (Champ du Mouton).	Reboisement début 1900 Busage du fossé d'écoulement des eaux de Sinard : détérioré en 2001. Nouvelle stratégie de dissipation des effets néfastes de l'eau via plusieurs exutoires.	Prises de vue depuis 1900 ; Plot GPS : 1995-2000 = 1cm / an, 2001 = 10 cm, emporté en 2001. Régression moyenne 10 m / an de 1981 à 2004 (p.4).	Ralentissement naturel de la régression par aplatissement de la pente à l'amont de la niche d'arrachement actuelle.	Zone d'aléa fort et moyen, inconstructible, à l'amont de la niche d'arrachement, basé sur prévision de régression, à l'aval de Sinard. Zone d'aléa faible avec précautions constructives.

Site	Evènement	Dégâts	Reconnais- sances	Mesures de traitement	Suivi / Surveillance	Résultats	Mesures liées au zonage
<b>Combe du Mas, commune d'Avignonnet P11, P12</b> ⑤	1981 : forte activation de mvts existants : mvts superf. très actifs (H=12-16m) + mvt d'ensemble profond de la combe H = 43m, pente moy. 15° Accélération depuis 1999	Fissures dans le terrain, les routes ; Dégâts au bâti de la fissure jusqu'à la dislocation de la structure (4 maisons). Influence probable du séisme de 1999.	Reconnaisances géotechniques complètes. 2003 : étude de stabilité du bâti.	Tranchée drainante (P9, p.5-6) , captage de source, drains subhorizontaux, étanchéification de ruisseaux, réfection de réseaux humides	1985 : 4 inclino, 2 piézo, 22 repères topo (précision médiocre 2,5cm) ; 1986-92 : 16 piézo. 1992-97 : centrale d'acquisition, souvent interrompue. 1995 : 26 plots GPS, suivis 2x/an	4 zones de mvt identifiées, de 0 à 16 cm /an (20cm / an depuis 99).  Difficulté de maîtriser les circulations d'eau (H = 10m)	15 lots sur 31 du lotissement déclarés inconstructibles (1981). PER 1990 : combe du Mas en zone rouge. Evacuation de 4 habitations (2003) + demande d'expropriation en cours pour 30 autres habitations.
Roissard P9 ⑥	Site expérimental instrumenté depuis sept.1993 : suivi de comportement de tranchées drainantes avec et sans géotextiles.		Essais de perméabilité en place	6 tranchées drainantes de 12m de long, 2-2,5m de prof., dont 5 avec des géotextiles de caractéristiques différentes.	30 piézomètres, 6 tensiomètres, 1 pluviomètre, 1 système de collecte des particules de sol ; mesures de débit.	Pas de colmatage, que que soit le géotextile ; âme drainante rigide moins efficace que graviers.	-